

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-149198

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月2日

(51) Int.Cl.⁶
G10L 9/14

識別記号

F I
G10L 9/14

F

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全11頁)

(21) 出願番号 特願平8-310324

(22) 出願日 平成8年(1996)11月21日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 森井 利幸

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

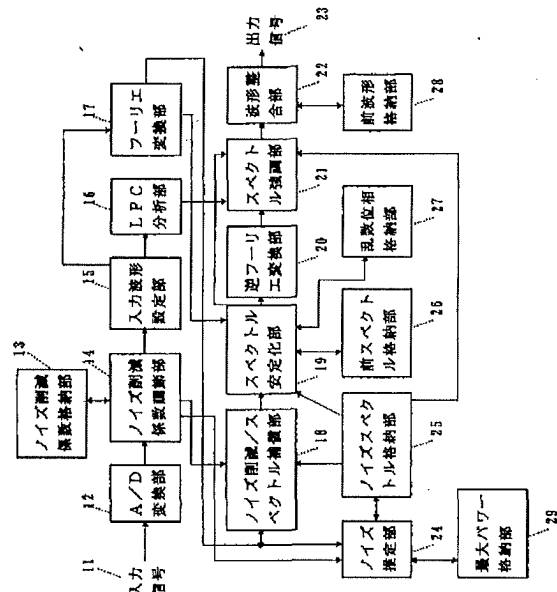
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ノイズ削減装置

(57) 【要約】

【課題】 音声符号化・復号化装置や音声入出力装置を構成する、入力音声からノイズ成分を除去するノイズ削減装置において、ノイズスペクトル推定が可能で、異音感を低減し、音質の劣化を抑えることを目的とする。

【解決手段】 ノイズ推定部24は、ノイズスペクトルを推定してそれをノイズスペクトル格納部25に格納し、ノイズ削減/スペクトル補償部18は、ノイズスペクトルを入力スペクトルから減じて且つ減じすぎた周波数のスペクトルを補償し、スペクトル安定化部19は、補償後のスペクトルを安定化処理し且つ複素スペクトルの位相を調整するように構成することにより、音声区間内でも音声区間外でもノイズスペクトル推定を行うことが可能で、音質の劣化を抑えることのできる優れたノイズ削減装置が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力音声信号をデジタル信号に変換するA/D変換部と、削減量を決定する係数を調節するノイズ削減係数調節部と、前記A/D変換部により得られる一定時間長のデジタル信号に対して線形予測分析を行うLPC分析部と、前記A/D変換部により得られる一定時間長のデジタル信号に対して離散フーリエ変換を行い入力スペクトルと複素スペクトルを得るフーリエ変換部と、推定されたノイズのスペクトルを格納するノイズスペクトル格納部と、前記フーリエ変換部により得られる入力スペクトルと前記ノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルとを比較することによってノイズのスペクトルを推定し、得られたノイズスペクトルを前記ノイズスペクトル格納部に格納するノイズ推定部と、前記ノイズ削減係数調節部により得られる係数に基づいて前記ノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルを前記フーリエ変換部により得られる入力スペクトルから減じ、更に、得られるスペクトルを調べ、減じすぎた周波数のスペクトルを補償するノイズ削減/スペクトル補償部と、前記ノイズ削減/スペクトル補償部により得られたスペクトルを安定化処理するとともに、前記フーリエ変換部により得られた複素スペクトルの位相のうち前記ノイズ削減/スペクトル補償部において補償された周波数の位相を調整するスペクトル安定化部と、前記スペクトル安定化部において安定化処理されたスペクトルと調整された位相スペクトルとに基づいて逆フーリエ変換を行う逆フーリエ変換部と、前記逆フーリエ変換部により得られた信号に対してスペクトル強調を行うスペクトル強調部と、前記スペクトル強調部により得られた信号を前のフレームの信号と整合させる波形整合部とを備えることを特徴としたノイズ削減装置。

【請求項2】 予めノイズ区間であるかどうかの判定を行ない、ノイズであると判定した場合には、フーリエ変換部により得られる入力スペクトルを各周波数毎に補償用ノイズスペクトルと大小比較し、補償用ノイズスペクトルより小さい場合にその周波数の補償用ノイズスペクトルを入力スペクトルとすることによって補償用ノイズスペクトルを推定し、またそれとは別に、入力スペクトルを一定割合で加算していくことによって平均ノイズスペクトルを推定し、さらに、補償用ノイズスペクトルと平均ノイズスペクトルとをノイズスペクトル格納部に格納するノイズ推定部を備えることを特徴とする請求項1記載のノイズ削減装置。

【請求項3】 ノイズ削減係数調節部にて得られたノイズ削減係数をノイズスペクトル格納部に格納された平均ノイズスペクトルに乗じて、フーリエ変換部にて得られた入力スペクトルから減じ、負のスペクトル値になってしまった周波数に対してはノイズスペクトル格納部に格納された補償用ノイズスペクトルにより補償するノイズ

削減/スペクトル補償部を備えることを特徴とする請求項2記載のノイズ削減装置。

【請求項4】 ノイズ削減/スペクトル補償部にてノイズ削減とスペクトル補償をなされたスペクトルの全域パワーと聴感的に重要な一部の帯域のパワーとを調べ、入力された信号が無音区間かどうかを識別し、無音区間と判断した場合には、全域パワーと中域パワーに対して安定化処理とパワー低減処理とを行なうスペクトル安定化部を備えることを特徴とする請求項1記載のノイズ削減装置。

【請求項5】 フーリエ変換部で得られた複素スペクトルに対して、ノイズ削減/スペクトル補償部でスペクトル補償を受けたかどうかの情報を基に、乱数による位相回転を行なうスペクトル安定化部を備えることを特徴とする請求項1記載のノイズ削減装置。

【請求項6】 予めスペクトル強調に用いる重み係数のセットを複数用意し、ノイズ削減時には、入力された信号の状態に応じて重み付け係数のセットを選択し、選択された重み付け係数を用いてスペクトル強調を行なうスペクトル強調部を備えることを特徴とする請求項1記載のノイズ削減装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタル携帯電話やマルチメディア通信等に必要の音声符号化・復号化装置（音声コーデック）や、音声入出力装置を構成するために、入力された音声から背景ノイズ成分を除去するノイズ削減装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 携帯電話等のデジタル移動通信の分野では、加入者の増加に対処するために低ビットレートの音声の圧縮符号化法が求められており、各研究機関において研究開発が進んでいる。日本国内においては、モトローラ社の開発したVSELP（11.2kbps）、NTT移動通信網株式会社の開発したPSI-CELP（5.6kbps）がデジタル携帯電話用の標準符号化方式として採用され、同方式を搭載したデジタル携帯電話が国内において既に発売されている。また国際的には、ITU-Tの標準化では16kbps（LD-CELP）、8kbps（CS-ACELP）が標準化され、現在製品開発の段階にある。

【0003】 これらの方式は、いずれもCELP（Code Excited Linear Prediction: M. R. Schroeder "High Quality Speech at Low Bit Rates" Proc. ICASSP'85 pp. 937-940に記載）という方式を改良したものである。これは、音声を音源情報と声道情報とに分離し、音源情報については、符号帳に格納された複数の音源サンプルのインデックスによって符号化し、声道情報については、LPC（線形予測係数）を符号化するとともに、音源情報符号化の際には、声道情報

を加味して入力音声と比較を行なうという方法(A-b-S: Analysis by Synthesis)を採用していることに特徴がある。

【0004】上記技術により、非常に低ビットレートで音声信号を伝送することができるようになったが、それと共に大きな問題点が明らかになった。それは、音声の発声モデルに基づいて情報圧縮を行っているために、音声信号以外の音響信号に対応できないという点である。そのため、音声信号中に背景ノイズや機器ノイズが含まれていると、効率の良い符号化が出来ず、合成時(復号化時)に異音を生じる結果となっていた。

【0005】この問題を解決するために、従来より入力音声信号からノイズを削減する手法が検討されてきた。上記標準化方式のPSI-CELPでは、符号化を行う前にノイズキャンセラによってノイズを削減するという処理を行っている。上記ノイズキャンセラは、カルマンフィルタを基本として開発されており、音声の有無を検出して、適応的に制御を行うことによりノイズを低減させている。このノイズキャンセラによって、ある程度の背景ノイズを削減することができる。しかし、ノイズレベルの高いノイズや、音声中のノイズ等に対しては余り良い性能が得られていなかった。

【0006】一方、より強力なノイズ低減法として、スペクトルサブトラクション法が挙げられる。(S.F.Boll "Suppression of Acoustic Noise in Speech Using Spectral Subtraction", IEEE Trans. ASSP., Vol. 27, No. 2, pp113-120, 1979に記載)。これは、入力音声信号に対して離散フーリエ変換を行ってスペクトルに変換した後、ノイズをスペクトル上で減する方法であり、主に音声認識装置の入力部等に応用されている。

【0007】この方法を音声信号中のノイズ低減に応用した一例について、図2を用いて説明する。すなわち、ノイズスペクトルの推定は次の手順で行われる。まず、音声を含んでいないノイズのみの信号31を入力し、A/D変換部32においてデジタル信号に変換する。次に、フーリエ変換部33において、一定時間長の入力信号列(フレームと呼ぶ)に対して離散フーリエ変換を行い、ノイズのスペクトルを求める。そして、ノイズ分析部34において、複数のフレームに対して求めたノイズのスペクトルからノイズの平均的スペクトルを求め、これをノイズスペクトル格納部35に格納する。そして、ノイズの削減は以下の手順で行われる。

【0008】ノイズを含む音声信号36を入力し、A/D変換部37においてデジタル信号に変換する。次に、上記と同様にしてフーリエ変換部38で離散フーリエ変換を行い、ノイズを含んだ音声のスペクトルを求める。そして、ノイズ削減部39において、ノイズスペクトル格納部35に格納されたノイズスペクトルを、音声のスペクトルから減ずる。その結果得られたスペクトルに対して、逆フーリエ変換部40において逆フーリエ変

換を行い、出力信号41を得る。

【0009】なお、このアルゴリズムにおけるスペクトルとしては、振幅スペクトル(複素数の複素平面上でのノルム、実数部と虚数部を2乗して加算し、平方根をとることによって求められる。)を用いるのが一般的である。また、振幅スペクトルで減じた場合、逆フーリエ変換を行う時の位相成分としては、入力信号の位相成分をそのまま用いるという方法が挙げられる。

【0010】

10 【発明が解決しようとする課題】上記スペクトルサブトラクション法は、より強力なノイズ低減方法であるが、ノイズ推定が困難であるために、これまでのリアルタイムの音声処理装置に用いられた例は少なかった。

【0011】すなわち、上記スペクトルサブトラクション法をリアルタイムの音声処理装置に応用するためには、次の様な課題を有していた。

<1> 音声がどのタイミングでデータ中に存在するかが明らかでないために、ノイズスペクトル推定が困難。

<2> ノイズレベルが高い時にスペクトルが大きくなり、音質の劣化を生ずる。

<3> 無音区間(音声の無いノイズのみの区間)において異音感を生ずる。

【0012】本発明は、ノイズスペクトル推定が可能で、異音感を低減し、音質の劣化を抑えるノイズ削減装置の提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明は、ノイズ推定部が、フーリエ変換部により得られる入力スペクトルとノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルとを比較することによってノイズのスペクトルを推定し、得られたノイズスペクトルをノイズスペクトル格納部に格納し、ノイズ削減/スペクトル補償部が、ノイズ削減係数調節部により得られる係数に基づいてノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルを、フーリエ変換部により得られる入力スペクトルから減じ、得られたスペクトルを調べて減じすぎた周波数のスペクトルを補償し、スペクトル安定化部が、ノイズ削減/スペクトル補償部により得られたスペクトルを安定化処理するとともに、フーリエ変換部により得られた複素スペクトルの位相のうちノイズ削減/スペクトル補償部において補償された周波数の位相を調整するように構成したものである。

【0014】これにより、音声区間内でも音声区間外でもノイズスペクトル推定を行うことが可能で、音質の劣化を抑えることのできる優れたノイズ削減装置が得られる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、入力音声信号をデジタル信号に変換するA/D変換部と、削減量を決定する係数を調節するノイズ削減係

数調節部と、前記A/D変換部により得られる一定時間長(1フレーム)のデジタル信号に対して線形予測分析(LPC分析)を行うLPC分析部と、前記A/D変換部により得られる一定時間長のデジタル信号に対して離散フーリエ変換を行い入力スペクトルと複素スペクトルを得るフーリエ変換部と、推定されたノイズのスペクトルを格納するノイズスペクトル格納部と、前記フーリエ変換部により得られる入力スペクトルと前記ノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルとを比較することによってノイズのスペクトルを推定し、得られたノイズスペクトルを前記ノイズスペクトル格納部に格納するノイズ推定部と、前記ノイズ削減係数調節部により得られる係数に基づいて前記ノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルを前記フーリエ変換部により得られる入力スペクトルから減じ、更に、得られるスペクトルを調べ、減じすぎた周波数のスペクトルを補償するノイズ削減/スペクトル補償部と、前記ノイズ削減/スペクトル補償部により得られたスペクトルを安定化処理するとともに、前記フーリエ変換部により得られた複素スペクトルの位相のうち前記ノイズ削減/スペクトル補償部において補償された周波数の位相を調整するスペクトル安定化部と、前記スペクトル安定化部において安定化処理されたスペクトルと調整された位相スペクトルとに基づいて逆フーリエ変換を行う逆フーリエ変換部と、前記逆フーリエ変換部により得られた信号に対してスペクトル強調を行うスペクトル強調部と、前記スペクトル強調部により得られた信号を前のフレームの信号と整合させる波形整合部とを備えることを特徴としたノイズ削減装置であり、音声区間中でも音声区間外でもノイズスペクトル推定を行うことができるとともに、入力の特徴の線形予測係数で強調することができるという作用を有する。

【0016】請求項2に記載の発明は、予めノイズ区間であるかどうかの判定を行ない、ノイズであると判定した場合には、フーリエ変換部により得られる入力スペクトルを各周波数毎に補償用ノイズスペクトルと大小比較し、補償用ノイズスペクトルより小さい場合にその周波数の補償用ノイズスペクトルを入力スペクトルとすることによって補償用ノイズスペクトルを推定し、またそれとは別に、入力スペクトルを一定割合で加算していくことによって平均ノイズスペクトルを推定し、さらに、補償用ノイズスペクトルと平均ノイズスペクトルとをノイズスペクトル格納部に格納するノイズ推定部を備えることを特徴とする請求項1記載のノイズ削減装置であり、ノイズのスペクトルを平均と最低の2つの方向から推定することにより、よりの確な削減処理を行うことができるという作用を有する。

【0017】請求項3に記載の発明は、ノイズ削減係数調節部にて得られたノイズ削減係数をノイズスペクトル格納部に格納された平均ノイズスペクトルに乗じて、フ

ーリエ変換部にて得られた入力スペクトルから減じ、負のスペクトル値になってしまった周波数に対してはノイズスペクトル格納部に格納された補償用ノイズスペクトルにより補償するノイズ削減/スペクトル補償部を備えることを特徴とする請求項2記載のノイズ削減装置であり、ノイズの平均スペクトルを削減に用いることにより、より大きくノイズスペクトルを削減することができるとともに、補償用スペクトルを別に推定したことにより、よりの確な補償を行うことができるという作用を有する。

【0018】請求項4に記載の発明は、ノイズ削減/スペクトル補償部にてノイズ削減とスペクトル補償をなされたスペクトルの全域パワーと聴感的に重要な一部の帯域のパワー(中域パワー)とを調べ、入力された信号が無音区間(音声のないノイズのみの信号)かどうかを識別し、無音区間と判断した場合には、全域パワーと中域パワーに対して安定化処理とパワー低減処理を行なうスペクトル安定化部を備えることを特徴とする請求項1記載のノイズ削減装置であり、音声の含まれていないノイズのみの区間のスペクトルをスムージングすることができるのと同時に、同区間のスペクトルがノイズ削減のために極端なスペクトル変動を起こすことを防ぐという作用を有する。

【0019】請求項5に記載の発明は、フーリエ変換部で得られた複素スペクトルに対して、ノイズ削減/スペクトル補償部でスペクトル補償を受けたかどうかの情報を基に、乱数による位相回転を行なうスペクトル安定化部を備えることを特徴とする請求項1記載のノイズ削減装置であり、補償された周波数成分の位相にランダム性を持たせ、削減できずに残ったノイズを、聴感的に異音感の少ないノイズに変換させることができるという作用を有する。

【0020】請求項6に記載の発明は、予めスペクトル強調に用いる重み係数のセットを複数用意し、ノイズ削減時には、入力された信号の状態に応じて重み付け係数のセットを選択し、選択された重み付け係数を用いてスペクトル強調を行なうスペクトル強調部を備えることを特徴とする請求項1記載のノイズ削減装置であり、音声区間においては、聴感的により適当な重み付けができ、無音区間や無声子音区間においては、聴感重み付けによる異音感を抑ええることができるという作用を有する。

【0021】以下、本発明の実施の形態について、図1を用いて説明する。

(実施の形態)図1は、本実施の形態におけるノイズ削減装置の主要部の機能ブロック図である。図1において、11は入力信号、12はA/D変換部、13はノイズ削減係数格納部、14はノイズ削減係数調整部、15は入力波形設定部、16は入力波形設定部、17はフーリエ変換部、18はノイズ削減/スペクトル補償部、19はスペクトル安定部、20は逆フーリエ変換部、21

はスペクトル強調部、22は波形整合部、23は出力信号、24はノイズ推定部、25はノイズスペクトル格納部、26は前スペクトル格納部、27は乱数位相格納部、28は前波形格納部、29は最大パワー格納部である。

＊【0022】始めに初期設定について説明する。(表1)に、固定パラメータの名称と設定例を示す。
【0023】
【表1】

＊

固定パラメータ	設定例
フレーム長	160 (8kHz サンプリングデータで 20msec)
先読みデータ長	80 (上記データで10msec)
FFT 次数	256
LPC 予測次数	10
ノイズスペクトル基準持続数	30
指定最小パワー	20.0
AR 強調係数0	0.5
MA 強調係数0	0.8
高域強調係数0	0.4
AR 強調係数1-0	0.66
MA 強調係数1-0	0.64
AR 強調係数1-1	0.7
MA 強調係数1-1	0.6
高域強調係数1	0.3
パワー強調係数	1.2
ノイズ基準パワー	20000.0
無音パワー減少係数	0.3
補償パワー上昇係数	2.0
ノイズ基準連続数	5
ノイズ削減係数学習係数	0.8
無音検出係数	0.05
指定ノイズ削減係数	1.5

【0024】また、乱数位相格納部27には、位相を調整するための位相データを格納しておく。これらは、スペクトル安定化部19において、位相を回転させるために用いられる。位相データが8種類の場合の例を(表 ※

※2)に示す。

【0025】

【表2】

位 相 デ ー タ
(-0.51, 0.86), (0.98, -0.17)
(0.30, 0.95), (-0.53, -0.84)
(-0.94, -0.34), (0.70, 0.71)
(-0.22, 0.97), (0.38, -0.92)

【0026】さらに、上記位相データを用いるためのカウンタ(乱数位相カウンタ)も、乱数位相格納部27に格納しておく。この値は、予め0に初期化して格納しておく。

【0027】次に、スタティックのRAM領域を設定す

る。すなわち、ノイズ削減係数格納部13、ノイズスペクトル格納部25、前スペクトル格納部26、前波形格納部28、最大パワー格納部29をクリアする。以下に、各格納部の説明と設定例を述べる。

50 【0028】ノイズ削減係数格納部13は、ノイズ削減

係数を格納するエリアであり、初期値として20.0を格納しておく。ノイズスペクトル格納部25は、平均ノイズパワーと、平均ノイズスペクトルと、1位候補の補償用ノイズスペクトルと2位候補の補償用ノイズスペクトルとそれぞれの周波数のスペクトル値が、何フレーム前に変化したかを示すフレーム数(持続数)を、各周波数毎に格納するエリアであり、平均ノイズパワーに十分大きな値、平均ノイズスペクトルに指定最小パワー、補償用ノイズスペクトルと持続数としてそれぞれに充分大きな数を初期値として格納しておく。

【0029】前スペクトル格納部26は、補償用ノイズパワー、以前のフレームのパワー(全域、中域)(前フレームパワー)、以前のフレームの平滑化パワー(全域、中域)(前フレーム平滑化パワー)、及びノイズ連続数を格納するエリアであり、補償用ノイズパワーとして十分大きな値を、前フレームパワー、全フレーム平滑化パワーとしていずれも0.0を、またノイズ連続数としてノイズ基準連続数を格納しておく。

【0030】前波形格納部28は、出力信号を整合させるための、前のフレームの出力信号の、最後の先読みデータ長分のデータを格納するエリアであり、初期値として全てに0を格納しておく。スペクトル強調部21は、*

$$q = q * C + Q * (1 - C) \\ r = Q / q * D$$

q:ノイズ削減係数、Q:指定ノイズ削減係数、C:ノイズ削減係数学習係数
r:補償係数、D:補償パワー上昇係数

【0033】なお、ノイズ削減係数はノイズを減ずる割合を示した係数、指定ノイズ削減係数は予め指定された固定削減係数、ノイズ削減係数学習係数はノイズ削減係数の指定ノイズ削減係数に近づける割合を示した係数、補償係数はスペクトル補償における補償パワーを調節する係数、補償パワー上昇係数は補償係数を調節する係数である。

【0034】入力波形設定部15においては、A/D変換部12からの入力信号を、FFT(高速フーリエ変換)することができるよう、2の指数乗の長さを持つメモリ配列に、後ろ詰めで書込む。前の部分は0を詰めておく。前述の設定例では、256の長さの配列に0~15まで0を書込み、16~255まで入力信号を書込む。この配列は、8次のFFTの際に実数部として用いられる。また、虚数部として、実数部と同じ長さの配列を用意し、全てに0を書込んでおく。

【0035】LPC分析部16においては、入力波形設定部15で設定した実数部エリアに対してハミング窓を掛け、窓掛け後の波形に対して自己相関分析を行って自己相関係数を求め、自己相関法に基づくLPC分析を行い、線形予測係数を得る。さらに、得られた線形予測係数をスペクトル強調部21に送る。

【0036】フーリエ変換部17は、入力波形設定部1

*ARMA及び高域強調フィルタリングを行なうが、そのためのそれぞれのフィルターの状態をいずれも0にクリアしておく。最大パワー格納部29は、入力された信号のパワーの最大を格納するエリアであり、最大パワーとして0を格納しておく。

【0031】次にノイズ削減アルゴリズムについて、図1を用いてブロック毎に説明する。まず、音声を含むアナログ入力信号11をA/D変換部12でA/D変換し、1フレーム長+先読みデータ長(上記設定例では、160+80=240ポイント)の分だけ入力する。ノイズ削減係数調節部14は、ノイズ削減係数格納部13に格納されたノイズ削減係数と指定ノイズ削減係数とノイズ削減係数学習係数と補償パワー上昇係数とを基に、(数1)により、ノイズ削減係数並びに補償係数を算出する。そして、得られたノイズ削減係数をノイズ削減係数格納部13に格納するとともに、A/D変換部12で得られた入力信号を、入力波形設定部15へ送り、さらに補償係数とノイズ削減係数を、ノイズ推定部24とノイズ削減/スペクトル補償部18へ送る。

【0032】

【数1】

5で得られる実数部、虚数部のメモリ配列を用いて、FFTによる離散フーリエ変換を行う。得られた複素スペクトルの実数部と虚数部の絶対値の和を計算することによって、入力信号の疑似振幅スペクトル(以下、入力スペクトル)を求める。また、各周波数の入力スペクトル値の総和(以下、入力パワー)を求め、ノイズ推定部24へ送る。また、複素スペクトルそのものを、スペクトル安定部19へ送る。

【0037】次に、ノイズ推定部24における処理を説明する。ノイズ推定部24は、フーリエ変換部17で得られた入力パワーと最大パワー格納部29に格納された最大パワーの値とを比較し、最大パワーの方が小さい場合は、最大パワー値を入力パワー値として、その値を最大パワー格納部29に格納する。そして、以下の3つうち少なくとも一つに該当する場合はノイズ推定を行い、全て満たさない場合はノイズ推定は行わない。

(1)入力パワーが、最大パワーに無音検出係数を乗じた値よりも小さい。

(2)ノイズ削減係数が、指定ノイズ削減係数に0.2を加えたものより大きい。

(3)入力パワーが、ノイズスペクトル格納部25から得られる平均ノイズパワーに1.6を乗じたものより小さい。

【0038】ここで、ノイズ推定部24におけるノイズ推定アルゴリズムを述べる。まず、ノイズスペクトル格納部25に格納されている1位候補、2位候補の全ての周波数の持続数を更新する(1を加算する)。そして、1位候補の各周波数の持続数を調べ、予め設定したノイズスペクトル基準持続数より大きい場合は、2位候補の補償用スペクトルと持続数を1位候補とし、2位候補の補償用スペクトルを3位候補の補償用スペクトルとし持続数を0とする。ただし、この2位候補の補償用スペクトルの入れ替えにおいては、3位候補を格納せず、2位候補を若干大きくしたもので代用することによって、メモリを節約することができる。本実施の形態では、2位候補の補償用スペクトルを1.4倍したものを代用することとする。

【0039】持続数の更新の後に、各周波数毎に、補償用ノイズスペクトルと入力スペクトルとの比較を行う。*

$$s_i = s_i * g + S_i * (1 - g)$$

s : 平均ノイズスペクトル、 S : 入力スペクトル
 g : $\begin{cases} 0.9 & (\text{入力パワーが平均ノイズパワーの半分より大きい場合}) \\ 0.5 & (\text{入力パワーが平均ノイズパワーの半分以下の場合}) \end{cases}$
 i : 周波数の番号

【0041】なお、平均ノイズスペクトルは、疑似的に求めた平均のノイズスペクトルであり、(数2)における係数 g は、平均ノイズスペクトルの学習の早さを調節する係数である。すなわち、入力パワーがノイズパワーと比較して小さい場合は、ノイズのみの区間である可能性が高いとして学習速度を上げ、そうでない場合は、音声区間中である可能性があると学習速度を下げる効果を持つ係数である。

【0042】そして、平均ノイズスペクトルの各周波数の値の総和を求め、これを平均ノイズパワーとする。補償用ノイズスペクトル、平均ノイズスペクトル、平均ノイズパワーは、ノイズスペクトル格納部25に格納する。

【0043】また、上記ノイズ推定処理において、1つの周波数のノイズスペクトルを複数の周波数の入力スペクトルと対応させれば、ノイズスペクトル格納部25を構成するためのRAM容量を節約することができる。例として、本実施の形態の256ポイントのFFTを用いる場合に、1つの周波数のノイズスペクトルを4つの周波数の入力スペクトルから推定するときの、ノイズスペクトル格納部25のRAM容量を示す。(疑似)振幅スペクトルが周波数軸上で左右対称であることを考慮すると、全ての周波数で推定する場合は128個の周波数のスペクトルと持続数を格納するので、128(周波数)×2(スペクトルと持続数)×3(補償用の1、2位候補、平均)で計768WのRAM容量が必要になる。

【0044】これに対して、1つの周波数のノイズスペ

*まず、各周波数の入力スペクトルを1位候補の補償用ノイズスペクトルと比較し、もし入力スペクトルの方が小さい場合は、1位候補の補償用ノイズスペクトルと持続数を2位候補とし、入力スペクトルを1位候補の補償用スペクトルとし1位候補の持続数は0とする。前記の条件以外の場合は、入力スペクトルと2位候補の補償用ノイズスペクトルとの比較を行い、もし入力スペクトルの方が小さい場合は、入力スペクトルを2位候補の補償用スペクトルとし2位候補の持続数は0とする。そして、得られた1、2位候補の補償用スペクトルと持続数を補償用ノイズスペクトル格納部25に格納する。また、同時に、平均ノイズスペクトルも、次の(数2)にしたがって更新する。

【0040】

【数2】

クトルを4つの周波数の入力スペクトルと対応させる場合は、32(周波数)×2(スペクトルと持続数)×3(補償用の1、2位候補、平均)で計192WのRAM容量でよいことになる。この場合、ノイズスペクトルの周波数解像度は低下することになるが、上記1対4の場合は、殆ど性能の劣化がないことを実験により確認している。また、この工夫は、1つの周波数のスペクトルでノイズスペクトルを推定するものではないから、定常音(サイン波、母音等)が長時間続いた場合に、そのスペクトルをノイズスペクトルと誤推定することを防ぐ効果もある。

【0045】次に、ノイズ削減/スペクトル補償部18における処理について説明する。入力スペクトルから、ノイズスペクトル格納部25に格納されている平均ノイズスペクトルにノイズ削減係数調節部14で得られたノイズ削減係数を乗じたものを引く(以後、差スペクトル)。上記ノイズ推定部24の説明において示したノイズスペクトル格納部25のRAM容量の節約を行った場合は、入力スペクトルに対応する周波数の平均ノイズスペクトルにノイズ削減係数を乗じたものを引く。そして、差スペクトルが負になった場合には、ノイズスペクトル格納部25に格納された補償用ノイズスペクトルの1位候補に、ノイズ削減係数調整部14で求めた補償係数を乗じたものを代入することにより補償する。これを、全ての周波数について行う。また、差スペクトルを補償した周波数が分るように、周波数毎にフラグデータを作成する。例えば、各周波数毎に1つのエリアがあ

り、補償しない時は0、補償したときは1を代入する。
このフラグデータは、差スペクトルと共に、スペクトル安定化部19へ送られる。また、フラグデータの値を調べることによって補償した総数（補償数）を求め、これもスペクトル安定化部19へ送る。

【0046】次に、スペクトル安定化部19における処理について説明する。なお、この処理は、主に音声の含まれていない区間の異音感低減のために機能する。

【0047】まず、ノイズ削減／スペクトル補償部18から得られた各周波数の差スペクトルの和を計算し、現フレームパワーを求める。現フレームパワーは全域と中域の2種類を求める。全域は全ての周波数（全域と呼ぶ、本実施の形態では0～128まで）について求め、中域は聴感的に重要な中ごろの帯域（中域と呼ぶ、本実施の形態では16～79まで）について求める。

【0048】同様に、ノイズスペクトル格納部25に格納された補償用ノイズスペクトルの1位候補についての和を求め、これを現フレームノイズパワー（全域、中域）とする。ここで、ノイズ削減／スペクトル補償部18から得られた補償数の値を調べ、十分大きい場合、且つ、以下の3条件のうち少なくとも1つ満たす場合に、現フレームがノイズのみの区間と判断して、スペクトルの安定化処理を行う。

(1) 入力パワーが、最大パワーに無音検出係数を乗じた値よりも小さい。

(2) 現フレームパワー（中域）が、現フレームノイズパワー（中域）に5.0を乗じた値よりも小さい。

(3) 入力パワーが、ノイズ基準パワーよりも小さい。

【0049】安定化処理を行わない場合は、前スペクトル格納部26に格納されたノイズ連続数が正の時に1を減じ、また現フレームノイズパワー（全域、中域）を前フレームパワー（全域、中域）とし、それぞれを前スペクトル格納部26に格納して、位相拡散処理に進む。

【0050】ここで、スペクトル安定化処理について説明する。この処理の目的は、無音区間（音声の無いノイズのみの区間）のスペクトルの安定化とパワー低減を実現することである。処理は2種類あり、ノイズ連続数がノイズ基準連続数より小さい場合は（処理1）を、以上の場合は（処理2）を行なう。2つの処理を以下に示す。

（処理1）前スペクトル格納部26に格納されたノイズ連続数に1を加算し、また現フレームノイズパワー（全域、中域）を前フレームパワー（全域、中域）とし、それぞれを前スペクトル格納部26に格納して、位相調整処理へ進む。

（処理2）前スペクトル格納部26に格納された前フレームパワー、前フレーム平滑化パワー、更に固定係数である無音パワー減少係数を参照し、（数3）にしたがってそれぞれを変更する。

【0051】

【数3】

$$\begin{aligned} Dd80 &= Dd80 * 0.8 + A80 * 0.2 * P \\ D80 &= D80 * 0.5 + Dd80 * 0.5 \\ Dd129 &= Dd129 * 0.8 + A129 * 0.2 * P \\ D129 &= D129 * 0.5 + Dd129 * 0.5 \end{aligned}$$

Dd80 : 前フレーム平滑化パワー（中域）

D80 : 前フレームパワー（中域）

Dd129 : 前フレーム平滑化パワー（全域）

D129 : 前フレームパワー（全域）

A80 : 現フレームノイズパワー（中域）

A129 : 現フレームノイズパワー（全域）

【0052】次に、これらのパワーを差スペクトルに反映させる。そのために、中域に乗ずる係数（以後、係数1）と全域に乗ずる係数（以後、係数2）の2つの係数を算出する。まず、以下の（数4）に示す式で係数1を算出する。

【0053】

【数4】

$$r1 = \begin{cases} D80 / A80 & (A80 > 0 \text{ の時}) \\ 1.0 & (A80 \leq 0 \text{ の時}) \end{cases}$$

r1 : 係数1

D80 : 前フレームパワー（中域）

A80 : 現フレームノイズパワー（中域）

【0054】係数2は、係数1の影響を受けるので、求める手段は多少複雑になる。手順を以下に示す。

(1) 前フレーム平滑化パワー（全域）が前フレームパワー（中域）より小さい場合、または、現フレームノイズパワー（全域）が現フレームノイズパワー（中域）より小さい場合は（2）へ。それ以外の場合は（3）へ。

(2) 係数2は0.0とし、前フレームパワー（全域）を前フレームパワー（中域）として、（6）へ。

(3) 現フレームノイズパワー（全域）が現フレームノイズパワー（中域）と等しい場合は（4）へ。異なる場合は（5）へ。

(4) 係数2を1.0とし、（6）へ。

(5) 以下の（数5）により係数2を求め、（6）へ。

【0055】

【数5】

$$r2 = (D129 - D80) / (A129 - A80)$$

r2 : 係数2

D129 : 前フレームパワー（全域）

D80 : 前フレームパワー（中域）

A129 : 現フレームノイズパワー（全域）

A80 : 現フレームノイズパワー（中域）

【0056】（6）係数2算出処理終了。

上記アルゴリズムにより得られた係数1、2は、いずれも上限を1.0に、下限を無音パワー減少係数にクリッピングする。そして、中域の周波数（本例では16～7

9) の差スペクトルに係数1を乗じて得られた値を差スペクトルとし、さらに、その差スペクトルの全域から中域を除いた周波数(本例では0~15、80~128)の差スペクトルに係数2を乗じて得られた値を差スペクトルとする。それに伴い、前フレームパワー(全域、中域)を以下の(数6)によって変換する。

【0057】

【数6】

$$\begin{aligned} D_{80} &= A_{80} * r_1 \\ D_{129} &= D_{80} + (A_{129} - A_{80}) * r_2 \end{aligned}$$

r_1 : 係数1
 r_2 : 係数2
 D_{80} : 前フレームパワー(中域)
 A_{80} : 現フレームノイズパワー(中域)
 D_{129} : 前フレームパワー(全域)
 A_{129} : 現フレームノイズパワー(全域)

【0058】こうして得られた各種パワーデータ等を全て前スペクトル格納部26に格納し、(処理2)を終わ*

$$\begin{aligned} B_s &= S_i * R_c - T_i * R_{c+1} \\ B_t &= S_i * R_{c+1} + T_i * R_c \\ S_i &= B_s \\ T_i &= B_t \end{aligned}$$

S_i 、 T_i : 複素スペクトル、 i : 周波数を示すインデックス
 R : 乱数位相データ、 c : 乱数位相カウンタ
 B_s 、 B_t : 計算用レジスタ

【0063】(数7)においては、2つの乱数位相データをペアで使用している。したがって、上記処理を1回行なう毎に、乱数位相カウンタを2ずつ増加させ、上限(本実施の形態では16)になった場合は0とする。なお、乱数位相カウンタは乱数位相格納部27へ格納し、得られた複素スペクトルは、逆フーリエ変換部20へ送る。また、差スペクトルの総和を求め(以下、差スペクトルパワー)、これをスペクトル強調部21へ送る。

【0064】逆フーリエ変換部20では、スペクトル安定部19で得られた差スペクトルの振幅と複素スペクトルの位相とに基づき、新たな複素スペクトルを構成し、FFTを用いて逆フーリエ変換を行う。(得られた信号を第1次出力信号と呼ぶ。)そして、得られた第1次出力信号をスペクトル強調部21へ送る。

【0065】次に、スペクトル強調部21における処理について説明する。まず、ノイズスペクトル格納部25に格納された平均ノイズパワーと、スペクトル安定部19で得られた差スペクトルパワーと、定数であるノイズ基準パワーを参照して、MA強調係数とAR強調係数を選択する。選択は、以下の2つの条件を評価することにより行う。

(条件1) 差スペクトルパワーがノイズスペクトル格納

する。

【0059】以上の要領で、スペクトル安定部19におけるスペクトルの安定化が行われる。

【0060】次に、位相調整処理について説明を行う。従来のスペクトルサブトラクションでは、位相は原則として変更しないが、本実施の形態では、その周波数のスペクトルが削減時に補償された場合に、位相をランダムに変更する処理を行なう。この処理により、残ったノイズのランダム性が強くなるので、聴感的に悪印象を与えにくくなるという効果が得られる。

【0061】まず、乱数位相格納部28に格納された乱数位相カウンタを得る。そして、全ての周波数のフラグデータ(補償の有無を示したデータ)を参照して、補償している場合は、以下の(数7)により、フーリエ変換部17で得られた複素スペクトルの位相を回転させる。

【0062】

【数7】

部25に格納された平均ノイズパワーに0.6を乗じた値よりも大きく、且つ、平均ノイズパワーがノイズ基準パワーよりも大きい。

(条件2) 差スペクトルパワーが平均ノイズパワーより大きい。

【0066】(条件1)を満たす場合は、これを「有声区間」とし、MA強調係数をMA強調係数1-1とし、AR強調係数をAR強調係数1-1とし、高域強調係数を高域強調係数1とする。また、(条件1)を満たさず、(条件2)を満たす場合は、これを「無声子音区間」とし、MA強調係数をMA強調係数1-0とし、AR強調係数をAR強調係数1-0とし、高域強調係数を0とする。また、(条件1)を満たさず、(条件2)を満たさない場合はこれを「無音区間、ノイズのみの区間」とし、MA強調係数をMA強調係数0とし、AR強調係数をAR強調係数0とし、高域強調係数を高域強調係数0とする。

【0067】そして、LPC分析部16から得られた線形予測係数と、上記MA強調係数、AR強調係数を用いて、以下の(数8)の式に基づき、極強調フィルタのMA係数とAR係数とを算出する。

【0068】

【数8】

17

$$\alpha(\text{ma})_i = \alpha_i * \beta^{-i}$$

$$\alpha(\text{ar})_i = \alpha_i * \gamma^{-i}$$

$\alpha(\text{ma})_i$: MA係数、 $\alpha(\text{ar})_i$: AR係数、 α_i : 線形予測係数、
 β : MA強調係数、 γ : AR強調係数、 i : 番号

18

【0069】そして、逆フーリエ変換部20において得られた第1次出力信号に対して、上記MA係数とAR係数とを用いて極強調フィルタを掛ける。このフィルタ*

*の伝達関数を、以下の(数9)に示す。

【0070】

【数9】

$$\frac{1 + \alpha(\text{ma})_1 \times Z^{-1} + \alpha(\text{ma})_2 \times Z^{-2} + \dots + \alpha(\text{ma})_J \times Z^{-J}}{1 + \alpha(\text{ar})_1 \times Z^{-1} + \alpha(\text{ar})_2 \times Z^{-2} + \dots + \alpha(\text{ar})_J \times Z^{-J}}$$

$\alpha(\text{ma})_J$: MA係数、 $\alpha(\text{ar})_J$: AR係数、 J : 次数

【0071】更に、高域成分を強調するために、上記高域強調係数を用いて、高域強調フィルタを掛ける。このフィルタの伝達関数を、以下の(数10)に示す。

【0072】

【数10】

$$1 - \delta Z^{-1}$$

δ : 高域強調係数

【0073】上記処理によって得られた信号を第2次出力信号と呼ぶ。なお、フィルタの状態は、スペクトル※

$$\begin{aligned} O_j &= (j \times D_j + (L-j) \times Z_j) / L & (j=0 \sim L-1) \\ O_j &= D_j & (j=L \sim L+M-1) \\ Z_j &= O_{j-1} & (j=0 \sim L-1) \end{aligned}$$

O_j : 出力信号、 D_j : 第2次出力信号、 Z_j : 出力信号
 L : 先読みデータ長、 M : フレーム長

【0076】ここで注意が必要なのは、出力信号としては先読みデータ長+フレーム長分のデータが出力されるが、このうち信号として扱うことができるのは、データの始端からフレーム長の長さの区間のみということである。なぜなら、後ろの先読みデータ長のデータは、次の出力信号を出力するときに書き換えられるからである。ただし、出力信号の全区間内では連続性は補償されるので、LPC分析やフィルタ分析等の周波数分析には使用することができる。

【0077】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、音声区間中でも音声区間外でもノイズスペクトル推定を行うことができ、音声のどのタイミングでデータ中に存在するかが明らかでない場合でもノイズスペクトルを推定することができる。また、入力のスเปクトル包絡の特徴を線形予測係数で強調することができ、ノイズレベルが高い場合でも音質の劣化を防ぐことができる。

【0078】また、ノイズのスペクトルを平均と最低の2つの方向から推定でき、よりの確な削減処理を行うことができる。

【0079】また、ノイズの平均スペクトルを削減に用

※強調部21の内部に保存される。

【0074】最後に、波形整合部22において、スペクトル強調部21で得られた第2次出力信号と、前波形格納部28に格納された信号とを、三角窓によって重ね合わせて出力信号を得る。更に、この出力信号の最後の先読みデータ長分のデータを、前波形格納部28に格納する。

20 このときの整合方法を、以下の(数11)に示す。

【0075】

【数11】

30 いることによって、より大きくノイズスペクトルを削減することができ、さらに、補償用スペクトルを別に推定したことにより、よりの確な補償を行うことができる。

【0080】そして、音声の含まれていないノイズのみの区間のスペクトルをスムージングすることができ、同区間のスペクトルが、ノイズ削減のために極端なスペクトル変動による異音感を防ぐことができる。

【0081】そして、補償された周波数成分の位相にランダム性を持たせることができ、削減できずに残ったノイズを、聴感的に異音感の少ないノイズに変換させることができる。

40 【0082】また、音声区間においては、聴感的により適当な重み付けができるようになり、無音区間や無声子音区間においては、聴感重み付けによる異音感を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態によるノイズ削減装置の主要部の機能ブロック図

【図2】従来のスペクトルサブトラクションによるノイズ削減装置の機能ブロック図

【符号の説明】

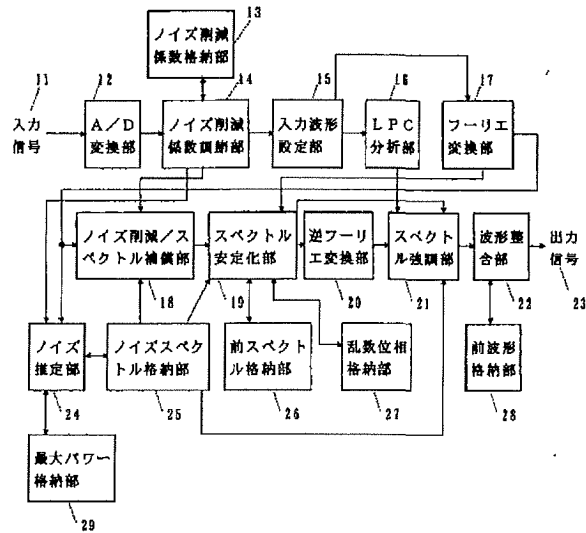
19

20

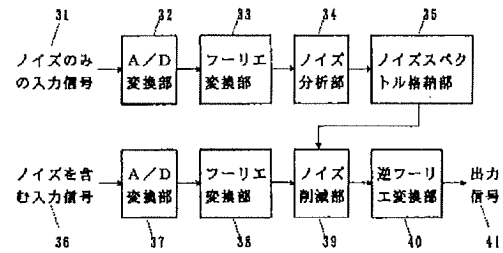
- 11 入力信号
- 12 A/D変換部
- 13 ノイズ削減係数格納部
- 14 ノイズ削減係数調節部
- 15 入力波形設定部
- 16 LPC分析部
- 17 フーリエ変換部
- 18 ノイズ削減/スペクトル補償部
- 19 スペクトル安定化部

- 20 逆フーリエ変換部
- 21 スペクトル強調部
- 22 波形整合部
- 23 出力音声
- 24 ノイズ推定部
- 25 ノイズスペクトル格納部
- 26 前スペクトル格納部
- 27 乱数位相格納部
- 28 前波形格納部

【図1】



【図2】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第6部門第2区分
【発行日】平成16年11月11日(2004.11.11)

【公開番号】特開平10-149198
【公開日】平成10年6月2日(1998.6.2)
【出願番号】特願平8-310324
【国際特許分類第7版】
G 1 0 L 21/02
【F I】
G 1 0 L 9/14 F

【手続補正書】
【提出日】平成15年11月19日(2003.11.19)
【手続補正1】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】発明の名称
【補正方法】変更
【補正の内容】
【発明の名称】ノイズ削減装置、及びノイズ削減方法
【手続補正2】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】特許請求の範囲
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項1】

入力音声信号をディジタル信号に変換するA/D変換部と、
前記A/D変換部により得られる一定時間長のディジタル信号に対して離散フーリエ変換
を行い入力スペクトルと複素スペクトルを得るフーリエ変換部と、
推定されたノイズスペクトルを格納するノイズスペクトル格納部と、
前記フーリエ変換部により得られる入力スペクトルと前記ノイズスペクトル格納部に格納
されているノイズスペクトルとを比較することによって新たなノイズのスペクトルを推定
し、得られた新たなノイズスペクトルを前記ノイズスペクトル格納部に格納するノイズ推
定部と、
を備えたことを特徴とするノイズ削減装置。

【請求項2】
ノイズスペクトルとして補償用ノイズスペクトルと平均ノイズスペクトルとを格納する特
徴を持つノイズスペクトル格納部と、
予めノイズ区間であるかどうかの判定を行い、ノイズであると判定した場合には、フー
リエ変換部により得られる入力スペクトルを各周波数毎に補償用ノイズスペクトルと大小比
較し、補償用ノイズスペクトルより小さい場合にその周波数の補償用ノイズスペクトルを
入力スペクトルとすることによって補償用ノイズスペクトルを推定し、またそれとは別に
、入力スペクトルを一定割合で加算していくことによって平均ノイズスペクトルを推定し
、さらに、補償用ノイズスペクトルと平均ノイズスペクトルとをノイズスペクトル格納部
に格納するという特徴を持つノイズ推定部と、
を備えたことを特徴とする請求項1記載のノイズ削減装置。

【請求項3】
入力音声信号をディジタル信号に変換するA/D変換部と、
削減量を決定する係数を調節するノイズ削減係数調節部と、

前記 A / D 変換部により得られる一定時間長のデジタル信号に対して離散フーリエ変換を行い入力スペクトルと複素スペクトルを得るフーリエ変換部と、
推定されたノイズスペクトルを格納するノイズスペクトル格納部と、
前記ノイズ削減係数調整部により得られる係数に基づいて前記ノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルを前記フーリエ変換部により得られる入力スペクトルから減じ、更に、得られるスペクトルを調べ、減じすぎた周波数のスペクトルを補償するノイズ削減／スペクトル補償部と、
を備えたことを特徴とするノイズ削減装置。

【請求項 4】

更に、前記ノイズ削減／スペクトル補償部により得られたスペクトルを安定化处理するとともに、前記フーリエ変換部によりえられた複素スペクトルの位相のうち前記ノイズ削減／スペクトル補償部において補償された周波数の位相を調節するスペクトル安定化部と、
を備えたことを特徴とする請求項 3 記載のノイズ削減装置。

【請求項 5】

ノイズ削減とスペクトル補償をなされたスペクトルの全域パワーと聴感的に重要な一部の帯域のパワーとを調べ、入力された信号が無音区間かどうかを識別するという特徴を持つノイズ削減／スペクトル補償部と、
上記機能で無音区間と判断した場合には、全域パワーと中域パワーに対して安定化处理とパワー低減処理を行うという特徴を持つスペクトル安定化部と、
を備えたことを特徴とする請求項 4 記載のノイズ削減装置。

【請求項 6】

フーリエ変換部で得られた複素スペクトルに対して、ノイズ削減／スペクトル補償部でスペクトル補償を受けたかどうかの情報を基に、乱数による位相回転を行うことを特徴とするスペクトル安定化部と、
を備えたことを特徴とする請求項 4 記載のノイズ削減装置。

【請求項 7】

ノイズスペクトルとして補償用ノイズスペクトルと平均ノイズスペクトルとを格納する特徴を持つノイズスペクトル格納部と、
ノイズ削減係数調整部にて得られたノイズ削減係数をノイズスペクトル格納部に格納された平均ノイズスペクトルに乗じて、フーリエ変換部にて得られた入力スペクトルから減じ、負のスペクトル値になった周波数に対してはノイズスペクトル格納部に格納された補償用ノイズスペクトルにより補償するという特徴を持つノイズ削減／スペクトル補償部と、
を備えたことを特徴とする請求項 3 記載のノイズ削減装置。

【請求項 8】

入力音声信号をデジタル信号に変換する A / D 変換部と、
前記 A / D 変換部により得られる一定時間長のデジタル信号に対して線形予測分析を行う L P C 分析部と、
前記 A / D 変換部により得られる一定時間長のデジタル信号に対して離散フーリエ変換を行い入力スペクトルと複素スペクトルを得るフーリエ変換部と、
ノイズ削減処理を受けた入力スペクトルと複素スペクトルに対して逆離散フーリエ変換を行う逆フーリエ変換部と、
前記逆フーリエ変換部により得られた信号に対して前記 L P C 分析部で得られたパラメータを用いたスペクトル強調を行うスペクトル強調部と、
を備えたことを特徴とするノイズ削減装置。

【請求項 9】

入力音声信号をデジタル信号に変換する A / D 変換部と、
削減量を決定する係数を調節するノイズ削減係数調節部と、
前記 A / D 変換部により得られる一定時間長のデジタル信号に対して線形予測分析を行う L P C 分析部と、
前記 A / D 変換部により得られる一定時間長のデジタル信号に対して離散フーリエ変換

を行い入力スペクトルと複素スペクトルを得るフーリエ変換部と、
推定されたノイズのスペクトルを格納するノイズスペクトル格納部と、
前記フーリエ変換部により得られる入力スペクトルと前記ノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルとを比較することによってノイズのスペクトルを推定し、得られたノイズスペクトルを前記ノイズスペクトル格納部に格納するノイズ推定部と、
前記ノイズ削減係数調節部により得られる係数に基づいて前記ノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルを前記フーリエ変換部により得られる入力スペクトルから減じ、更に、得られるスペクトルを調べ、減じすぎた周波数のスペクトルを補償するノイズ削減／スペクトル補償部と、
前記ノイズ削減／スペクトル補償部により得られたスペクトルを安定化処理するとともに、前記フーリエ変換部により得られた複素スペクトルの位相のうち前記ノイズ削減／スペクトル補償部において補償された周波数の位相を調整するスペクトル安定化部と、
前記スペクトル安定化部において安定化処理されたスペクトルと調整された位相スペクトルとに基づいて逆フーリエ変換を行う逆フーリエ変換部と、
前記逆フーリエ変換部により得られた信号に対してスペクトル強調を行うスペクトル強調部と、
前記スペクトル強調部により得られた信号を前のフレームの信号と整合させる波形整合部と、
を備えたことを特徴とするノイズ削減装置。

【請求項 10】

入力音声信号をデジタル信号に変換する A/D 変換ステップと、
前記 A/D 変換ステップにより得られた一定時間長のデジタル信号に対して離散フーリエ変換を行い入力スペクトルと複素スペクトルを得るフーリエ変換ステップと、
推定されたノイズスペクトルをノイズスペクトル格納部に格納するノイズスペクトル格納ステップと、
前記フーリエ変換ステップにより得られた入力スペクトルと前記ノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルとを比較することによって新たなノイズのスペクトルを推定し、得られた新たなノイズスペクトルを前記ノイズスペクトル格納部に格納するノイズ推定ステップと、
を備えたことを特徴とするノイズ削減方法。

【請求項 11】

入力音声信号をデジタル信号に変換する A/D 変換ステップと、
削減量を決定する係数を調節するノイズ削減係数調節ステップと、
前記 A/D 変換ステップにより得られた一定時間長のデジタル信号に対して離散フーリエ変換を行い入力スペクトルと複素スペクトルを得るフーリエ変換ステップと、
推定されたノイズスペクトルをノイズスペクトル格納部に格納するノイズスペクトル格納ステップと、
前記ノイズ削減係数調整ステップにより得られた係数に基づいて前記ノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルを前記フーリエ変換ステップにより得られた入力スペクトルから減じ、更に、得られたスペクトルを調べ、減じすぎた周波数のスペクトルを補償するノイズ削減／スペクトル補償ステップと、
を備えたことを特徴とするノイズ削減方法。

【請求項 12】

更に、前記ノイズ削減／スペクトル補償ステップにより得られたスペクトルを安定化処理するとともに、前記フーリエ変換ステップによりえられた複素スペクトルの位相のうち前記ノイズ削減／スペクトル補償ステップにおいて補償された周波数の位相を調節するスペクトル安定化ステップと、
を備えたことを特徴とする請求項 11 記載のノイズ削減方法。

【請求項 13】

入力音声信号をデジタル信号に変換する A/D 変換ステップと、

前記 A/D 変換ステップにより得られた一定時間長のデジタル信号に対して線形予測分析を行う L P C 分析ステップと、

前記 A/D 変換ステップにより得られた一定時間長のデジタル信号に対して離散フーリエ変換を行い入力スペクトルと複素スペクトルを得るフーリエ変換ステップと、

ノイズ削減処理を受けた振幅スペクトルと複素スペクトルに対して逆離散フーリエ変換を行う逆フーリエ変換ステップと、

前記逆フーリエ変換ステップにより得られた信号に対して前記 L P C 分析ステップで得られたパラメータを用いたスペクトル強調を行うスペクトル強調ステップと、

を備えたことを特徴とするノイズ削減方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタル携帯電話やマルチメディア通信等に必要な音声符号化・復号化装置（音声コーデック）や、音声入出力装置を構成するために、入力された音声から背景ノイズ成分を除去するノイズ削減装置及びノイズ削減方法に関するものである。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

本発明は、ノイズスペクトル推定が可能で、異音感を低減し、音質の劣化を抑えるノイズ削減装置及びノイズ削減方法の提供を目的とする。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明は、入力音声信号をデジタル信号に変換する A/D 変換部と、削減量を決定する係数を調節するノイズ削減係数調節部と、前記 A/D 変換部により得られる一定時間長（1 フレーム）のデジタル信号に対して線形予測分析（L P C 分析）を行う L P C 分析部と、前記 A/D 変換部により得られる一定時間長のデジタル信号に対して離散フーリエ変換を行い入力スペクトルと複素スペクトルを得るフーリエ変換部と、推定されたノイズのスペクトルを格納するノイズスペクトル格納部と、前記フーリエ変換部により得られる入力スペクトルと前記ノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルとを比較することによってノイズのスペクトルを推定し、得られたノイズスペクトルを前記ノイズスペクトル格納部に格納するノイズ推定部と、前記ノイズ削減係数調節部により得られる係数に基づいて前記ノイズスペクトル格納部に格納されているノイズスペクトルを前記フーリエ変換部により得られる入力スペクトルから減じ、更に、得られるスペクトルを調べ、減じすぎた周波数のスペクトルを補償するノイズ削減/スペクトル補償部と、前記ノイズ削減/スペクトル補償部により得られたスペクトルを安定化处理するとともに、前記フーリエ変換部により得られた複素スペクトルの位相のうち前記ノイズ削減/スペクトル補償部において補償された周波数の位相を調整するスペクトル安定化部と、前記スペクトル安定化部において安定化处理されたスペクトルと調整された位相スペクトルとに基づい

て逆フーリエ変換を行う逆フーリエ変換部と、前記逆フーリエ変換部により得られた信号に対してスペクトル強調を行うスペクトル強調部と、前記スペクトル強調部により得られた信号を前のフレームの信号と整合させる波形整合部とを備えることを特徴としたノイズ削減装置であり、音声区間中でも音声区間外でもノイズスペクトル推定を行うことができるとともに、入力スペクトル包絡の特徴を線形予測係数で強調することができるという作用を有する。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

また、予めノイズ区間であるかどうかの判定を行ない、ノイズであると判定した場合には、フーリエ変換部により得られる入力スペクトルを各周波数毎に補償用ノイズスペクトルと大小比較し、補償用ノイズスペクトルより小さい場合にその周波数の補償用ノイズスペクトルを入力スペクトルとすることによって補償用ノイズスペクトルを推定し、またそれとは別に、入力スペクトルを一定割合で加算していくことによって平均ノイズスペクトルを推定し、さらに、補償用ノイズスペクトルと平均ノイズスペクトルとをノイズスペクトル格納部に格納するノイズ推定部を備えたノイズ削減装置とすることで、ノイズのスペクトルを平均と最低の2つの方向から推定することにより、よりの確な削減処理を行うことができるという作用を有する。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

また、ノイズ削減係数調節部にて得られたノイズ削減係数をノイズスペクトル格納部に格納された平均ノイズスペクトルに乗じて、フーリエ変換部にて得られた入力スペクトルから減じ、負のスペクトル値になってしまった周波数に対してはノイズスペクトル格納部に格納された補償用ノイズスペクトルにより補償するノイズ削減／スペクトル補償部を備えたノイズ削減装置とすることで、ノイズの平均スペクトルを削減に用いることにより、より大きくノイズスペクトルを削減することができるとともに、補償用スペクトルを別に推定したことにより、よりの確な補償を行うことができるという作用を有する。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

また、ノイズ削減／スペクトル補償部にてノイズ削減とスペクトル補償をなされたスペクトルの全域パワーと聴感的に重要な一部の帯域のパワー（中域パワー）とを調べ、入力された信号が無音区間（音声のないノイズのみの信号）かどうかを識別し、無音区間と判断した場合には、全域パワーと中域パワーに対して安定化処理とパワー低減処理を行なうスペクトル安定化部を備えたノイズ削減装置とすることで、音声の含まれていないノイズのみの区間のスペクトルをスムージングすることができるとともに、同区間のスペクトルがノイズ削減のために極端なスペクトル変動を起こすことを防ぐという作用を有する。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

また、フーリエ変換部で得られた複素スペクトルに対して、ノイズ削減／スペクトル補償部でスペクトル補償を受けたかどうかの情報を基に、乱数による位相回転を行なうスペクトル安定化部を備えたノイズ削減装置とすることで、補償された周波数成分の位相にランダム性を持たせ、削減できずに残ったノイズを、聴感的に異音感の少ないノイズに変換させることができるという作用を有する。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

また、予めスペクトル強調に用いる重み係数のセットを複数用意し、ノイズ削減時には、入力された信号の状態に応じて重み付け係数のセットを選択し、選択された重み付け係数を用いてスペクトル強調を行なうスペクトル強調部を備えたノイズ削減装置とすることで、音声区間においては、聴感的により適当な重み付けができ、無音区間や無声子音区間においては、聴感重み付けによる異音感を押さえることができるという作用を有する。